Ann. Rep. Dryland Food Crop Imp. 104:77-83 (2015)

小麥耐熱性種原篩選及繁殖試驗

葉永銘、楊采文

行政院農業委員會桃園區農業改良場

摘　　要

北部地區春作篩選及評估自國家作物種原中心提供之 36 種小麥種原，選出平均產量較對照品種台中選 2 號高之小麥種原 5 種，分別為品系 JP21843、JP22496、JP24444、Cltr 15284 及 PI 322232。試驗結果顯示，各供試品種播種至抽穗所需日數介於 60 至 86 日，生育日數則介於 94 至 111 日，平均產量介於 255.6 至 2,775.0 kg ha^{-1}。相關調查結果可以提供育種者育成耐熱小麥新品種之參考。

關鍵詞：小麥、耐熱性、產量。

前　　言

臺灣小麥栽培面積以 1960 年最高達 25,208 公頃，受進口市場影響，長年以來栽培面積大幅下降，1999 年小麥栽植面積已縮減至 19 公頃，小麥在臺灣多以冬季裡作，於秋冬季之 10 月下旬至翌年 3 月栽種，主要原因為此栽培期溫度較低，符合小麥生長需求，近年台灣小麥種植面積有逐年增加趨勢，但面臨品種選擇少及尚無適應區域性差異及極端氣候之栽培技術。針對臺灣北部地區小麥栽培，亞熱帶季風氣候之小麥栽培品種相對需要耐濕及耐熱性等特性，小麥台中選 2 號含麥膠較多，以釀酒之酒麴用途為主，在品質上蛋白質含量不若高筋性品種，近年來友善栽培小麥，也因為台中選 2 號適合省工栽培，不需中耕培土，產量高等特性而受青睞。但是隨著環境及氣候變化，北部地區與中南部在日照、降雨、氣溫及濕度等均有差異，如最高及最低氣溫的相差較南部為大，加上生育日數較為延遲及降雨條件，導致小麥台中選 2 號在北部地區栽培每年產量表現並不穩定，擬篩選小麥種原現有之品種系，並初探以高地環境夏作栽培，嘗試臺灣小麥非正期作期間促進繁殖世代之可能性，以提供日後育種繁殖及栽培參考運用。

材料與方法

相關小麥品種(系)由行政院農業委員會農業試驗所作物種原組 2012 至 2014 年所執行「耐熱性小麥及大豆種原篩選與繁殖」計畫，自日本及美國作物種原庫引進及評估之種原，選出該計畫推薦具耐熱性、早熟或晚熟、蛋白質含量高及平均單株產量高之小麥種原，提供包含台中 34 號及 12 號共 36 個品種系為試驗材料，以現行栽培品種台中選 2 號為對照品種。春作試驗於桃園區農業改良場(桃園市新屋區)場內試驗田，2015 年 2 月 13 日進行人工單粒直播，行株距為 30 cm x 8 cm，2 重複，雙行區。夏作以 20 個品種系與對照品種，試驗地點為桃園區農業改良場五峰工作站(新竹縣五峰鄉)，海拔高度約 1,050 公尺，於 2015 年 5 月 26 日播種，6 月 17 日單株移植加深型盆栽，露天環境下以盆栽形式栽培進行品種系比較。田間管理工作依據慣行方式操作，施肥量每公頃氮素 150 kg、磷酐 80 kg 及氧化鉀 90 kg。施肥方法基肥以氮肥及鉀肥半量磷肥全量於播種時施用，追肥以氮肥及鉀肥半量於分蘗期施用。調查項目為出土率、抽穗日數、生育日數、株高、

芒高、每株穗數、每穗列數、每穗粒數、千粒重及公頃產量。所調查農藝性狀及產量數據以統計軟體 SAS Enterprise Guide 7.1 程式進行變方分析 (analysis of variance，ANOVA)，以 Fisher 最小顯著差異性測試 (Fisher’s protected least significant difference test, LSD test)比較平均值之差異顯著性。

結果與討論

高溫耐熱是小麥栽培近年來首要的議題，International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT)進行許多大型區域試驗，研究建議南亞以早熟耐熱小麥品系為育種篩選對象(Mondal et al., 2013)。供試品種(系)標示除已知品種外，多屬育種自交系，以國家作物種原中心或日本農業生物資源研究所之原單位碼標示。春作試驗於 2015 年 2 月 13 日播種，因播種溫度相對 10 及 11 月較低，適合小麥初期生長，播種後為農曆春節期間降雨頻仍，出土率均尚可，以品系 JP21843 87.5%最高，品系 PI 447338 及 PI 447338 31.3%最低 (表 1)，台中選 2 號抽穗日數 66 天，僅品系 Cltr 15392 及 Cltr 17414 抽穗日數 60 天較早，其他品種系均晚於台中選 2 號，此次春作台中選 2 號總生育日數僅 98 天，正常秋裡作台中選 2 號於中部地區生育日數為 134~137 天，北部地區則生育日數在 138 天以上，春作生育日數相對秋裡作明顯縮短，本次試驗抽穗至開花及穀粒充實期日均溫之平均為 23.69 及 24.45 度，比起正常秋裡作日均溫高出 8~10 度。與以往相關研究相同，尤其是穀粒充實後期具高溫的天氣條件，會使作物生長期短縮(Sokoto and Singh, 2013)。雖然台中選 2 號在台中區農業改良場育成品種資料顯示屬中晚熟品種，但在此次篩選比較品種系比較中仍尚屬早熟品種，其他品種大多在生育日數 105 天前完成收穫，僅 PI 447338 生育日數 111 天最長。株高則依不同品種性狀表現，台中選 2 號為 81 cm，Cltr 17414 為 57 cm 最矮，PI 447338 為 123 cm 最高，芒高以穗上穎片尖端至株高最高處，PI 338916 似短芒品種，但仍具有 1.7 cm 芒高(表 1)。

台中選 2 號之每株穗數為 27.5 個，略低於本次供試品種系總平均值 32.7 個，每株穗數最高以 JP21970 等 15 個品系穗數範圍在 36.0 至 50.5，其平均值差異無顯著不同 (表 2)。每穗粒數以台中選 2 號為 23.2 粒，高於本次品種系總平均值 17.4 粒，以 PI 613317 及 JP51732 最高，但以台中選 2 號秋裡作每穗粒數均約在 40 粒以上，本次每穗粒數均偏低。許多研究小麥開花期溫度逆境大多會同時影響每穗粒數及粒重(Sokoto and Singh, 2013)。千粒重及穀粒產量在春作亦類似於前述農藝性狀，均較秋裡作偏低，台中選 2 號本次試驗為 30.6 g，高於本次供試品種系總平均值 23.7 g，品系 JP22496 包含台中選 2 號等 10 品系，千粒重範圍在 27.6 至 32.4 無顯著差異。穀粒產量台中選 2 號本次試驗為 2,175.0 kg ha^{-1}，高於本次供試品種系總平均值 1340.8 kg ha^{-1}，品系 JP21843、JP22496、JP24444、Cltr 15284、PI 322232 產量表現較台中選 2 號為高。但產量最高品系 JP24444 包含台中選 2 號等 10 品系，產量範圍在 1,755.6 至 2,775.0 kg ha^{-1} 間無顯著差異。本次試驗品種台中 34 號每株穗數及每穗粒數略高於台中選 2 號，但品種台中 12 號在相關農藝性狀及產量表現均低於台中選 2 號，尤其是千粒重及產量表現品種台中 34 號及 12 號均明顯低於台中選 2 號 (表 2)

臺灣小麥因處亞熱帶氣候，小麥僅能一年一作，在氣侯環境條件下對育種繁殖有所限制，桃園區農業改良場五峰工作站主要負責原住民地區農業栽培技術之試驗研究及坡地

農業氣象觀測與資源規劃應用，因位處海拔高度約 1050 公尺，首次探試以盆植露天環境進行夏作栽培，生育期間由播種至抽穗、抽穗至開花及穀粒充實期環境日均溫之平均分別為 24.83、23.64 及 24.09 度，日均溫較平地秋裡作生育期均高出約 8 至 10 度，抽穗至開花及穀粒充實期環境日均溫與桃園場場內春作期間相似，僅相差 0.05 至 0.50 度，所調查相關抽穗日數、株高、穗長及每穗列數結果如表 3，夏作栽培供試品種系抽穗日數介於 51 至 75 日，株高 31.8 至 69.6 cm，穗長 3.5 至 7.3 cm，芒高 3.8 至 7.6 cm，台中選 2

表 1. 供試品種(系)春作出土率、生育期、株高及芒高調查

品種(系)	出土率 (%)	抽穗日數 (days)	生育日數 (days)	株高 (cm)	芒高 (cm)
台中選 2 號	62.5	66	98	81	4.8
台中 34 號	56.3	69	99	74	5.5
台中 12 號	68.8	69	105	87	4.1
JP21843	87.5	79	103	120	5.0
JP21970	75.0	66	98	79	4.9
JP22496	62.5	64	98	110	3.8
JP24444	81.3	72	101	112	7.7
JP38701	56.3	74	101	74	5.6
JP39014	62.5	67	99	88	3.7
JP39069	68.8	70	96	71	4.8
JP39074	62.5	73	96	75	4.4
JP47752	68.8	81	103	88	5.4
JP50654	50.0	78	105	84	6.2
JP51704	68.8	76	105	94	4.7
JP51732	43.8	86	105	78	5.5
JP51787	62.5	82	105	99	4.8
JP52116	37.5	78	105	79	5.0
Cltr 13986	50.0	86	105	81	6.2
Cltr 15284	62.5	70	105	71	4.3
Cltr 15392	50.0	60	94	73	5.0
Cltr 17414	75.0	60	98	57	4.2
PI 176265	56.3	74	105	93	5.0
PI 322280	56.3	72	102	90	4.7
PI 338916	50.0	84	105	92	1.7
PI 447338	31.3	86	111	123	5.7
PI 447351	62.5	70	105	83	5.4
PI 447405	62.5	78	105	76	4.3
PI 519847	62.5	66	96	84	3.7
PI 520107	56.3	75	105	81	5.8
PI 531005	43.8	75	105	77	5.8
PI 572730	50.0	69	99	86	4.0
PI 599988	37.5	70	98	68	4.3
PI 613317	31.3	73	105	89	4.2
PI 613323	37.5	77	105	74	4.5
PI 641166	31.3	78	105	65	4.9
Cltr 4013	50.0	74	100	88	8.1
PI 322232	50.0	72	99	87	6.9

表 2. 供試品種(系)春作之農藝性狀及產量表現

品種(系)	每株穗數 (no.)	每穗粒數 (no.)	千粒重 (g)	產量 (kg ha^{-1})	相對產量 (%)
台中選 2 號	27.5	23.2	30.6	2,175.0	100.0
台中 34 號	34.0	32.8	29.3	1,097.2	50.4
台中 12 號	23.5	18.8	22.4	969.4	44.6
JP21843	48.5	18.8	31.8	2,405.6	110.6
JP21970	50.5	23.4	24.2	2,213.9	101.8
JP22496	34.0	24.2	32.4	2,588.9	119.0
JP24444	45.0	26.4	31.2	2,775.0	127.6
JP38701	33.5	8.4	15.6	491.7	22.6
JP39014	36.0	14.4	22.4	1,258.3	57.9
JP39069	28.5	12.8	14.0	547.2	25.2
JP39074	44.0	8.7	15.9	663.9	30.5
JP47752	44.0	10.2	11.8	547.2	25.2
JP50654	43.0	16.0	25.1	1,422.2	65.4
JP51704	41.5	18.0	28.8	1,427.8	65.6
JP51732	11.5	34.5	19.9	641.7	29.5
JP51787	40.5	13.6	23.7	1,277.8	58.7
JP52116	14.5	7.9	21.4	255.6	11.7
Cltr 13986	28.5	4.9	17.6	588.9	27.1
Cltr 15284	50.5	20.5	26.0	2,725.0	125.3
Cltr 15392	23.0	9.8	30.7	644.4	29.6
Cltr 17414	48.5	10.2	26.1	1,322.2	60.8
PI 176265	32.5	8.4	18.3	825.0	37.9
PI 322280	34.5	11.9	29.9	1,755.6	80.7
PI 338916	36.5	10.9	16.3	947.2	43.6
PI 447338	9.5	12.7	22.0	733.3	33.7
PI 447351	31.0	25.7	24.0	1,536.1	70.6
PI 447405	42.5	9.2	22.9	1,033.3	47.5
PI 519847	21.5	26.6	15.2	700.0	32.2
PI 520107	16.5	14.5	26.7	833.3	38.3
PI 531005	38.0	16.2	24.2	1,338.9	61.6
PI 572730	27.5	20.6	24.5	1,616.7	74.3
PI 599988	21.5	19.6	26.3	2,169.4	99.7
PI 613317	24.5	43.9	23.8	791.7	36.4
PI 613323	23.0	7.9	22.5	761.1	35.0
PI 641166	25.5	25.7	22.3	1,666.7	76.6
Cltr 4013	41.0	9.9	27.6	2,175.0	100.0
PI 322232	34.5	23.0	28.4	2,688.9	123.6
$LSD_{0.05}$	15.9	9.2	5.3	1,020.6	

號較春作略縮短 4 天，株高減低 33 cm，芒高減低 1.8 cm，此次試驗中台中選 2 號穗長及每穗列數，均比其他供試品種系為最長及最多。

溫度是影響小麥種植環境及產量重要因素之一，小麥生長初期宜冷涼富濕氣的氣候，播種適宜溫度為 15 至 20 度，生長期間溫度不宜過高，而開花及充實期會受到高溫限制，從開花至成熟期高溫 (30 至 38℃) 已發現，減少產量主要是因為穀粒生長下降，但影響的程度卻有所不同，主要會造成小花

生育率降低，小花稔實率及粒重均下降，生長末期的高溫也會導致產量減低，主要原因即是高溫逆境，明顯降低穀粒粒重，穀粒充實持續時間減少及降低穀粒充實速率。

高溫會影響小麥發育及生長，小麥開花及充實期相較於營養生長期對高溫更為敏感 (Farooq et al., 2011)，會大幅影響小麥稔實及穀粒充實能力，開花期高溫逆境會造成小麥花粉、柱頭及花柱的異常，降低稔實率及粒重，減少每穗粒數及千粒重，導致小麥產量下降 (Dias and Lidon, 2009)。充實期高溫也會加速小麥穀粒生理成熟，影響穀粒充實的持續時間，縮短穀粒充實期。故高溫逆境下，小麥如有較高穀粒充實速率和千粒重，會具有較穩定的產量，亦可為主要耐熱的特徵 (Dias and Lidon, 2009)。夏作試驗因環境溫度影響，每株穗數明顯下降，台中選 2 號平均每株僅 3.0 穗，JP24444、PI 322232 及 JP21860 分別尚有 16.3、11.0 及 10.5 穗，但相較正常期秋裡作或秋作，每株穗數均明顯偏低。每穗粒數性狀台中選 2 號平均仍有 14.0 粒，品系 PI 520107 以 11.0 粒次之，多數品種系每穗粒數都低於 5.0 以下。千粒重總平均僅 15.0 g，台中選 2 號 14.9 g，顯示夏作栽培令穀粒充實不足。在高溫下高潛力穀粒粒重(品種特性)與高穀粒充實速率相關，穀粒粒重在生命週期結束對高溫的反應結果較佳，可做為小麥品種選擇上的優點 (Dias and Lidon, 2009)。品種系台中 34 號、JP21843、PI 520107 千粒重在 20.0 g 以上，但僅 JP21843 單株產量較台中選 2 號為高，相對產量指數為 158.9%。品系 JP21860、JP24444 及 PI 519847 以每株穗數較台中選 2 號為多，相對產量指數為 109.4、132.4 及 150.9%。品系 Cltr 4013 僅單穗生長卻無穀粒稔實，故無相關農藝性狀及產量結果。

表 3. 供試品種(系)夏作抽穗日數、株高、穗長及每穗列數調查

品種(系)	抽穗日數 (days)	株高 (cm)	穗長 (cm)	芒高 (cm)	每穗列數 (no.)
台中選 2 號	62	65.4	7.3	6.6	10.0
台中 34 號	51	39.0	5.0	4.9	7.6
台中 12 號	51	31.8	4.6	5.3	7.3
JP21843	65	69.6	6.3	5.1	9.4
JP21860	51	32.8	4.9	6.4	8.4
JP21970	51	37.4	4.3	3.8	6.6
JP22496	71	39.2	6.2	6.2	8.8
JP24444	51	44.4	4.9	7.5	7.8
JP38701	51	37.2	4.4	6.3	6.0
JP39069	56	33.8	3.5	4.5	3.8
JP39074	56	50.6	4.9	4.0	7.2
JP50654	71	50.0	5.7	5.5	9.2
JP51732	60	34.0	5.5	4.4	5.8
JP51787	60	55.6	6.2	6.3	8.4
Cltr 15284	51	36.0	4.0	5.4	5.2
PI 519847	56	58.0	5.2	5.0	7.8
PI 520107	56	45.1	5.1	5.7	6.5
PI 613317	54	54.8	5.6	4.4	7.0
PI 613323	55	52.8	5.4	5.4	8.2
Cltr 4013	60	35.0	3.5	5.0	6.0
PI 322232	75	52.4	6.2	7.6	9.4

表 4. 供試品種(系)夏作之單株農藝性狀及產量表現

品種(系)	每株穗數 (no.)	每穗粒數 (no.)	千粒重 (g)	單株產量 (kg ha^{-1})	相對產量 (%)
台中選 2 號	3.0	14.0	14.9	62.3	100.0
台中 34 號	9.3	1.5	24.5	33.8	54.2
台中 12 號	6.5	1.5	12.0	12.0	19.3
JP21843	5.5	7.9	22.8	99.0	158.9
JP21860	10.5	5.1	12.8	68.2	109.4
JP21970	5.4	2.8	12.1	18.2	29.2
JP22496	5.6	5.3	14.8	43.6	70.0
JP24444	16.3	3.2	15.9	82.5	132.4
JP38701	4.2	1.0	17.1	6.8	11.0
JP39069	4.3	0.9	9.2	3.7	5.9
JP39074	9.0	4.2	8.9	34.0	54.6
JP50654	2.4	3.4	17.1	14.0	22.5
JP51732	4.8	2.1	14.4	14.0	22.5
JP51787	6.7	3.4	11.3	25.7	41.2
Cltr 15284	6.5	2.6	14.4	24.0	38.5
PI 519847	7.3	9.2	14.0	94.0	150.9
PI 520107	0.7	11.0	20.0	14.7	23.5
PI 613317	4.8	3.2	14.5	22.2	35.6
PI 613323	5.2	7.9	13.7	56.3	90.4
Cltr 4013	1.0	-	-	-	-
PI 322232	11.0	3.3	15.3	54.8	87.9

本次試驗以利用國家作物種原中心歷年蒐集及保存之小麥種原等品種為試驗材料，以春作進行耐熱性品種 (系) 篩選，比較與現有品種台中選 2 號差異之表現，並初次於高冷地夏作 6 至 8 月栽培，嘗試日後育種繁殖之可能性。結果顯示生育期間溫度較秋裡作偏高 8 至 10 度，明顯令供試小麥品種生育日數縮短，相關農藝性狀及產量均不如秋裡作栽培，但仍有部分品系在每株穗數、每穗粒數、千粒重及產量表現，優於對照品種台中選 2 號。高冷地夏作栽培雖令小麥生長勢弱，株矮穗短穀粒不稔實或乾扁，但大多品種系仍有穀粒收穫，如繁殖倍率能穩定達 20 或 30 倍以上，可考慮供作小麥育種繁殖促進世代之方式，亦可評估作為小麥耐熱性篩選試驗場所。

引用文獻

Dias, A. S., and F. C. Lidon. 2009. Evaluation of grain filling rate and duration in bread and durum wheat, under heat stress after anthesis. J. Agro. Crop Sci. 195 :137-147.

Farooq, M., H. Bramley, J.A. Palta and K.H. Siddique. 2011. Heat stress in wheat during reproductive and grain-filling phases. Crit. Rev. Plant Sci. 30: 491-507.

Mondal, S., R.P. Singh, J. Crossa , J. Huerta-Espino, I. Sharma, R. Chatrath, G.P. Singh et al. 2013. Earliness in wheat: A key to adaptation under terminal and continual high temperature stress in South Asia. Field Crops Res. 151:19-26.

Sokoto, M.B. and A. Singh. 2013. Yield and yield components of bread wheat as influenced by water stress, sowing date and cultivar in Sokoto, Sudan Savannah, Nigeria. Am. J. Plant Sci. 4: 122.

Screen and Propagation of Heat Tolerance Wheat Germplasm

Yung-Ming Yeh, Tsai-Wen Yang

Taoyuan DARES, COA, Executive Yuan

Abstract

The purpose of this experiment is to evaluate growth and yield of 36 wheat germplasm in spring cropping seasons in Northern Taiwan. Among these selections JP21843, JP22496, JP24444, Cltr 15284 and PI 322232 with relatively heat-tolerance and high-yield. The results showed that the day to heading was about 60 to 86 days and the growth period was about 94 to 111 days. The average yield was 255.6 to 2,775.0 kg ha^{-1}. These evaluation results can provide the breeders to breed heat tolerance wheat varieties.

Key words: Wheat, Heat-tolerance, Yield.